

SCADA-СИСТЕМА

Характеристика SCADA-системы

В современной АСУ ТП при управлении от ЭВМ верхнего уровня взаимодействие между оператором и технологическим процессом осуществляется с помощью программного обеспечения, получившего общее название SCADA. Необходимо различать программное обеспечение SCADA-системы, реализующее функции конкретной АСУ ТП, и набор инструментальных программных средств, предназначенный для разработки такого программного обеспечения. Обе группы программного обеспечения тесно связаны (например run-time компоненты инструментальной системы непосредственно используются в объектовом ПО).

SCADA-система (Supervisory Control And Data Acquisition System) - система сбора данных и оперативного диспетчерского управления. В названии присутствуют две основные функции, возлагаемые на SCADA-систему:

- сбор данных о контролируемом технологическом процессе;
- управление технологическим процессом, реализуемое операторами на основе собранных данных и правил (критериев).

SCADA-системы в иерархии программного обеспечения систем промышленной автоматизации находятся на верхних уровнях АСУ ТП и обеспечивают выполнение следующих основных функций.

1. Прием информации о контролируемых технологических параметрах от контроллеров нижних уровней и датчиков.
2. Сохранение принятой информации в архивах.
3. Вторичная обработка принятой информации.
4. Графическое представление хода технологического процесса, а также принятой и архивной информации в удобной для восприятия форме.
5. Прием команд оператора и передача их контроллерам нижних уровней и непосредственно исполнительным механизмам.
6. Регистрация событий, связанных с контролируемым технологическим процессом и действиями оперативного персонала.
7. Оповещение оперативного персонала об аварийных событиях, связанных с контролируемым технологическим процессом и функционированием программно-аппаратных средств АСУТП с регистрацией действий персонала в аварийных ситуациях.

8. Формирование сводок и других отчетных документов на основе архивной информации.

9. Обмен информацией с автоматизированной системой управления предприятием.

10. Непосредственное автоматическое управление технологическим процессом в соответствии с заданными алгоритмами.

Таким образом, SCADA-система собирает информацию о технологическом процессе, обеспечивает интерфейс с оператором, сохраняет историю процесса и осуществляет автоматическое управление процессом в том объеме, в котором это необходимо.

Инструментальные SCADA-системы обеспечивают возможность программирования не только контроля процесса, но и непосредственного автоматического управления технологическим процессом. Однако совмещения функций автоматического управления и операторского интерфейса на одном компьютере может иметь и ряд негативных последствий.

Используемая операционная система компьютера (например, Windows) может не обеспечивать необходимую для конкретного технологического процесса скорость и/или детерминированность реакции SCADA-системы на события процесса. В случае зависания операционной системы и перезапуска компьютера оператором могут происходить аварийные потери управления и нарушения процесса вплоть до аварий.

Для выполнения перечисленных выше функций SCADA прикладная программа может разрабатываться практически на любом языке высокого уровня общего назначения. Причем по быстродействию, ресурсоемкости и другим показателям эффективности программного обеспечения такая программа может даже опережать аналогичное ПО, созданное с помощью специализированных инструментальных SCADA-систем. Однако, использование инструментальной SCADA-системы для этих целей имеет то неоспоримое преимущество, что может осуществляться и поддерживаться в ходе эксплуатации специалистом по автоматизации технологических процессов, который чаще всего не владеет специальными знаниями по программированию ЭВМ.

В большинстве случаев инструментальные SCADA-системы позволяют значительно ускорить процесс создания ПО верхнего уровня АСУ ТП, не требуя при этом от разработчика знаний современных процедурных языков программирования общего назначения. В тонкостях автоматизируемого технологического процесса разбирается

только технолог или другой представитель технологического персонала, как правило, не обладающий навыками программирования.

Конфигурирование SCADA-системы

При построении SCADA-системы для задания алгоритмов управления необходимо решить следующие задачи:

- описание всех информационных сигналов;
- описание алгоритмов управления, контроля и обработки сигналов;
- описание всех управляющих сигналов.

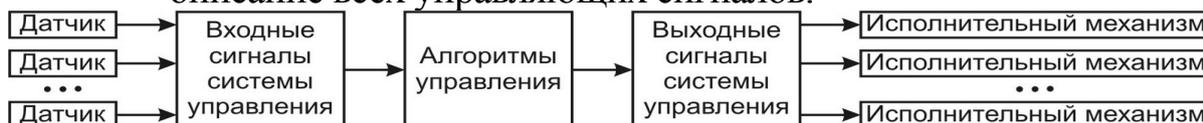


Рис. 28. Компоненты SCADA-системы

В общем виде схему функций системы можно представить как последовательность блоков на рис. 28. Входом системы будет совокупность сигналов состояния объекта управления (информационные и измерительные сигналы от датчиков на объекте управления). На основании этой информации, а также информации о заданном состоянии объекта управления, по определённым для системы управления алгоритмам вычисляются требуемые сигналы управления. Эти сигналы подаются на исполнительные механизмы объекта управления, что приводит к целенаправленному изменению его состояния.

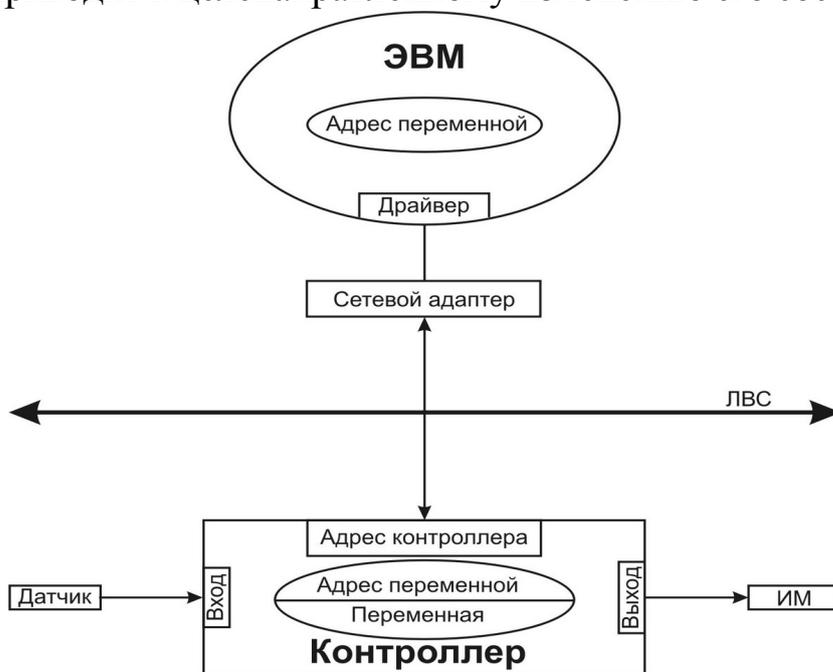


Рис. 29. Обращение к сигналу

При описании сигналов для каждого сигнала нужно указать место нахождения в системе информации об этом сигнале, привязав сигнал к конкретному источнику информации (датчику, измерительному преобразователю) или приёмнику информации (исполнительному

механизму). Эта задача решается в процессе конфигурации системы управления, в результате чего каждому сигналу присваивается адрес, по

которому к нему можно обратиться. Значение сигнала рассматривается как некоторая переменная, которую можно читать или устанавливать.

Схема обращения к определённому источнику или приёмнику информации в SCADA-системе показана на рис. 29. Для возможности обращения к некоторой переменной процесса (чтение её значения или выдача этого значения на объект) ей присваивается адрес. Этот адрес учитывает адрес контроллера в системе управления и адрес самой переменной в структуре контроллера, что позволяет обращаться к конкретному входу или выходу контроллера.

Программа SCADA-системы, используя адрес переменной, с помощью драйвера связи устанавливает связь с соответствующим контроллером и читает или устанавливает нужную переменную. Для связи с контроллером может использоваться локальная вычислительная сеть ЛВС.

Инструментальная SCADA-система GENIE

Рассмотрим в качестве примера инструментальную SCADA-систему GENIE фирмы Advantech. Состав этой простой инструментальной SCADA-системы показан на рис. 30. GENIE состоит из программы конфигурации системы управления (*Установка устройств*) и программы задания алгоритма управления (*Построитель стратегий*).

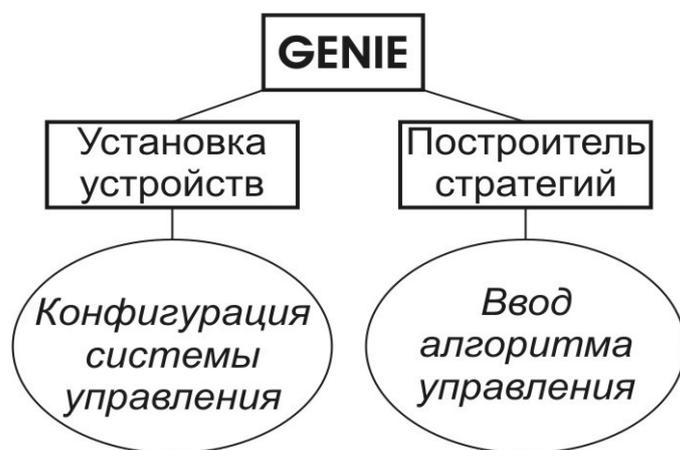


Рис. 30. Состав SCADA GENIE

При конфигурировании системы определяются имеющиеся в её составе устройства ввода-вывода сигналов. Устройство ввода-вывода является аппаратным средством, предназначенным для ввода и/или вывода данных в программу управления. Как правило, устройства ввода-вывода имеют подсистемы аналого-цифрового преобразования, цифро-

аналогового преобразования, дискретного ввода и дискретного вывода в различных сочетаниях в зависимости от исполнения устройства.

Устройства ввода-вывода могут быть выполнены в виде плат, подключаемых к магистрали (шине) расширения, расположенной внутри компьютера, либо в виде отдельных модулей, подключаемых к компьютеру по какому-либо последовательному каналу связи. Перед

началом эксплуатации устройств ввода-вывода в составе системы следует произвести их аппаратную настройку при помощи входящих в состав устройств переключателей либо специализированного программного обеспечения, поставляемого в комплекте с устройствами.

Перед началом работы устройств ввода-вывода под управлением пакета GENIE следует выполнить настройку параметров добавленного устройства при помощи программы установки устройств Advantech Device Installation. Установка устройства состоит из следующих операций:

1) Включение драйвера устройства в перечень загружаемых драйверов операционной системы управляющего компьютера. Обычно эти драйверы автоматически устанавливаются при инсталляции GENIE.

2) После установки драйвера устройства, добавление устройств (экземпляров устройств одного типа), обслуживаемых данным драйвером, при помощи программы установки устройств Advantech Device Installation.

На рис. 31 показан пример установки устройства ввода-вывода в SCADA-системе GENIE. Для конфигурации системы запускается программа установки, позволяющая автоматически обнаружить в системе все устройства, совместимые с SCADA-системой GENIE. Из списка устройств выбираются используемые при работе устройства и для них

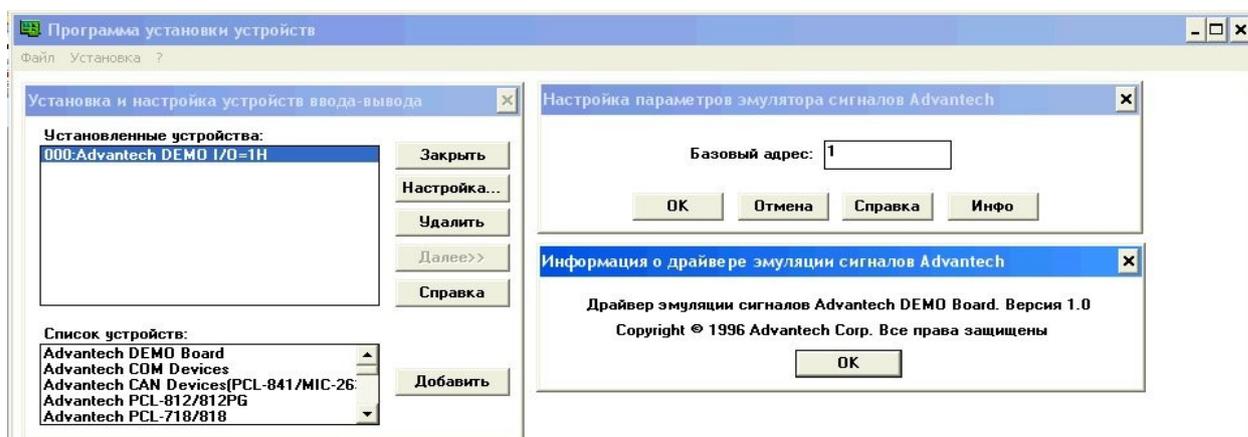


Рис. 31. Установка устройств ввода-вывода в GENIE

уточняются адреса.

Состав устройств ввода-вывода можно изменять (при их фактическом присутствии в системе управления). На рис. 31 указано имеющееся в системе устройство ввода Advantech DEMO I/O, которому присвоен адрес 1H (шестнадцатеричный адрес). Этот адрес может быть изменён при настройке устройства. При наличии в системе других совместимых устройств, их можно добавить к имеющемуся устройству и назначить им соответствующие адреса.

Настройка (конфигурирование) устройства состоит в установке значений параметров конфигурации экземпляра устройства в

соответствии с результатами аппаратной настройки физического устройства (платы, модуля). Установка значений параметров экземпляра устройства выполняется в соответствующей диалоговой панели, вызываемой путем выбора названия экземпляра устройства в списке устройств диалоговой панели *Установка* и настройка устройств ввода-вывода программы Advantech Device Installation и нажатием кнопки *Настройка...*

Экземпляром устройства является устройство ввода-вывода, добавленное в список установленных устройств при помощи программы установки устройств Advantech Device Installation, и имеющее уникальные значения параметров конфигурации. Например, в список устройств может быть добавлено три модуля сбора данных и управления PCL-818, каждый из которых имеет собственный базовый адрес и другие параметры. Запись о каждом из указанных модулей в списке устройств представляет экземпляр устройства. Все экземпляры однотипных устройства обслуживаются одним загружаемым драйвером (в данном примере PCL818.DLL).

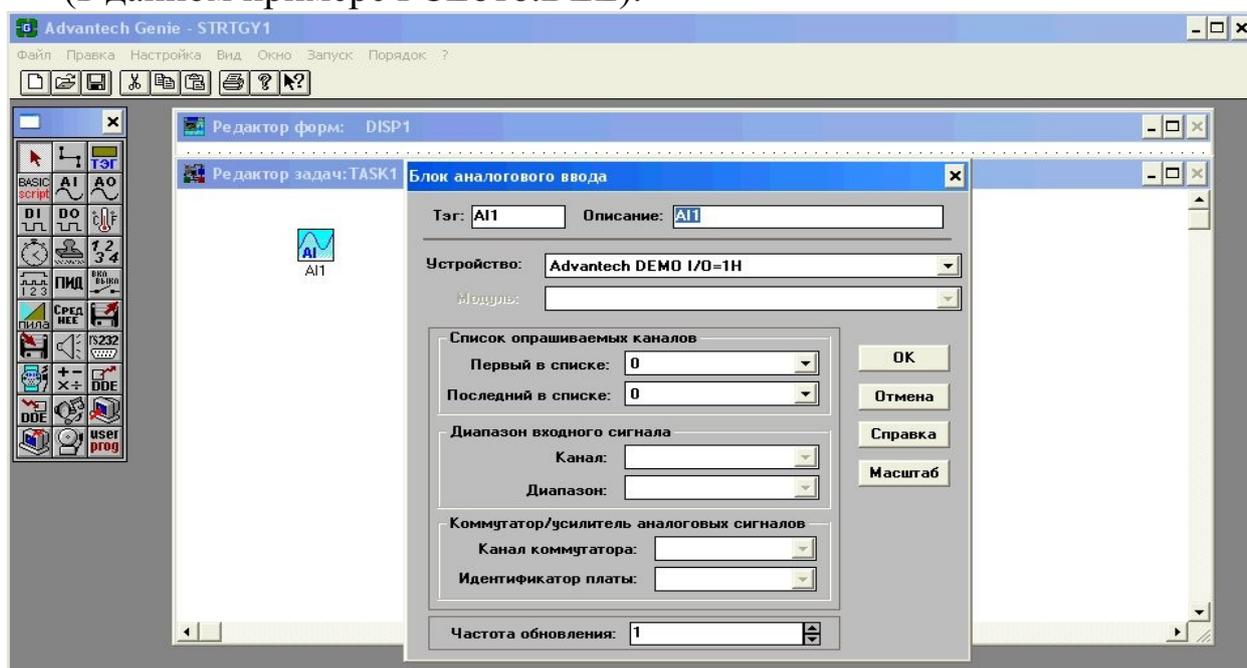


Рис. 32. Обращение к устройству ввода при построении стратегии управления

В последующее при построении алгоритма управления к установленному устройству можно обращаться, для чтения его сигнала (рис. 32). Для обращения используется функциональный элемент *AI* – блок аналогового ввода-вывода. Данный функциональный блок предназначен для приема информации от устройств, имеющих

подсистему ввода аналоговых сигналов, и передачи указанных сигналов другим функциональным блокам и элементам отображения.

С блоком связывается конкретное устройство ввода путем выбора такого устройства из состава установленных в системе устройств. Для этого вызывается панель свойств устройства. Щелчок левой клавишей мыши на изображении стрелки, расположенной справа от поля **Устройство**, приведет к появлению списка всех устройств с подсистемой аналогового ввода, драйверы и экземпляры которых установлены в системе. После выбора устройства, его название будет отображаться в поле **Устройство**.

Для устройства ввода-вывода определяются дополнительные параметры ввода-вывода сигналов. При этом осуществляется связь между входным (или выходным) сигналом и алгоритмом (стратегией) управления.

Задание алгоритма управления

Наиболее распространенным способом задание алгоритма управления SCADA-системе является графическое представление алгоритма в виде блок-схемы или мнемосхемы. Наиболее простые способы представления алгоритма управления используются в инструментальных SCADA-системах GENIE и КРУГ-2000.

В GENIE алгоритм управления описывается функциональной блок-схемой, с которой связываются элементы графического интерфейса пользователя. В этой системе алгоритм управления рассматривается как стратегия управления. Для разработки стратегии управления в GENIE служит программный модуль **Построитель стратегий**.

Стратегия - это совокупность одной или нескольких задач вместе с одной или большим количеством экранных форм, а также одним основным сценарием. **Задача, экранная форма** и основной **сценарий** являются тремя основными элементами, используемыми при проектировании стратегий. Простейшая стратегия имеет одну задачу с одной экранной формой и не имеет основного сценария.

Построитель стратегий GENIE предоставляет в распоряжение пользователя четыре различных редактора:

- Редактор задач,
- Редактор форм отображения,
- Редактор отчетов,
- Редактор сценариев.

Указанные редакторы используются для создания, отладки и модификации задач, экранных форм, отчетов и сценарных процедур соответственно. Поскольку в рамках одной стратегии может присутствовать несколько задач, то имеется возможность создания множества окон в *Редакторе задач*. По той же самой причине, можно создавать множество окон в *Редакторе форм* отображения для редактирования множества экранных форм. В *Редакторе сценариев* может быть открыто только одно окно.

Редактор задач предназначен для реализации прикладных алгоритмов создаваемой системы. Алгоритм задаётся в виде функциональной блок-схемы. GENIE имеет большое количество встроенных стандартных функциональных блоков для реализации различных алгоритмов сбора данных и управления.

Разработка системы сводится к размещению пользователем функциональных блоков в окне задачи и установлению между ними связей, определяемых алгоритмом обработки данных. Пользователем создается блок-схема стратегии путем выбора объектов (пиктограммы функциональных блоков) из набора инструментов *Редактора задач* и соединения их линиями связи для передачи данных от одного блока к другому.

Редактор форм отображения предназначен для создания динамических экранных форм отображения (элементов графического интерфейса оператора), связанных с исполняемой стратегией сбора данных и управления. *Редактор форм отображения* обеспечивает возможность разработки удобных для восприятия экранных форм путем использования входящих в пакет стандартных элементов отображения и управления. Кроме того, графический интерфейс оператора может быть усовершенствован с помощью специальных инструментов рисования и элементов отображения, определяемых пользователем.

Редактор отчетов предназначен для разработки и генерации отчетов о работе АСУ ТП. Редактор отчетов пакета GENIE предоставляет разработчику на этапе проектирования, а пользователю - в процессе эксплуатации системы возможность определять содержание отчета, формируемое на основе собираемых данных и действий оператора, с последующей автоматической печатью в определенные моменты времени. Средства, входящие в *Редактор отчетов*, могут быть использованы для выбора и печати отчетов вручную в требуемый момент времени.

Редактор отчетов пакета GENIE обеспечивает выполнение пяти основных функций: сбор данных, конфигурирование формата отчетов,

составление расписания автоматической печати отчетов, генерацию отчета событий и генерацию отчета тревог.

Редактор сценариев предназначен для управления задачами, вычислениями и анализом данных в процессе исполнения стратегии. Данное мощное средство создания сценарных процедур, совместимое с Microsoft Visual Basic. Бейсик-сценарий является наиболее важным компонентом пакета GENIE, обеспечивающим возможность разработки специализированных фрагментов стратегии.

Ядро подсистемы программирования и исполнения сценарных процедур пакета GENIE представляет собой набор библиотек динамической компоновки, с помощью которых выполняется предварительная компиляция сценарных процедур на этапе разработки и их исполнение в процессе выполнения всей стратегии. Бейсик-сценарий обеспечивает возможность не только управления задачами, входящими в стратегию, но и взаимодействия с DOS, Windows и другими приложениями посредством механизмов DDE, OLE, ODBC (SQL) и прямых вызовов функций интерфейса прикладного программирования Windows API.

Редактор сценариев представляет собой редактор текста с рядом удобных возможностей для редактирования кода сценария.

Разработка стратегии управления

При запуске построителя стратегий GENIE у пользователя появляется возможность работы с окнами *Редактора задач* и *Редактора форм отображения* (рис. 33).

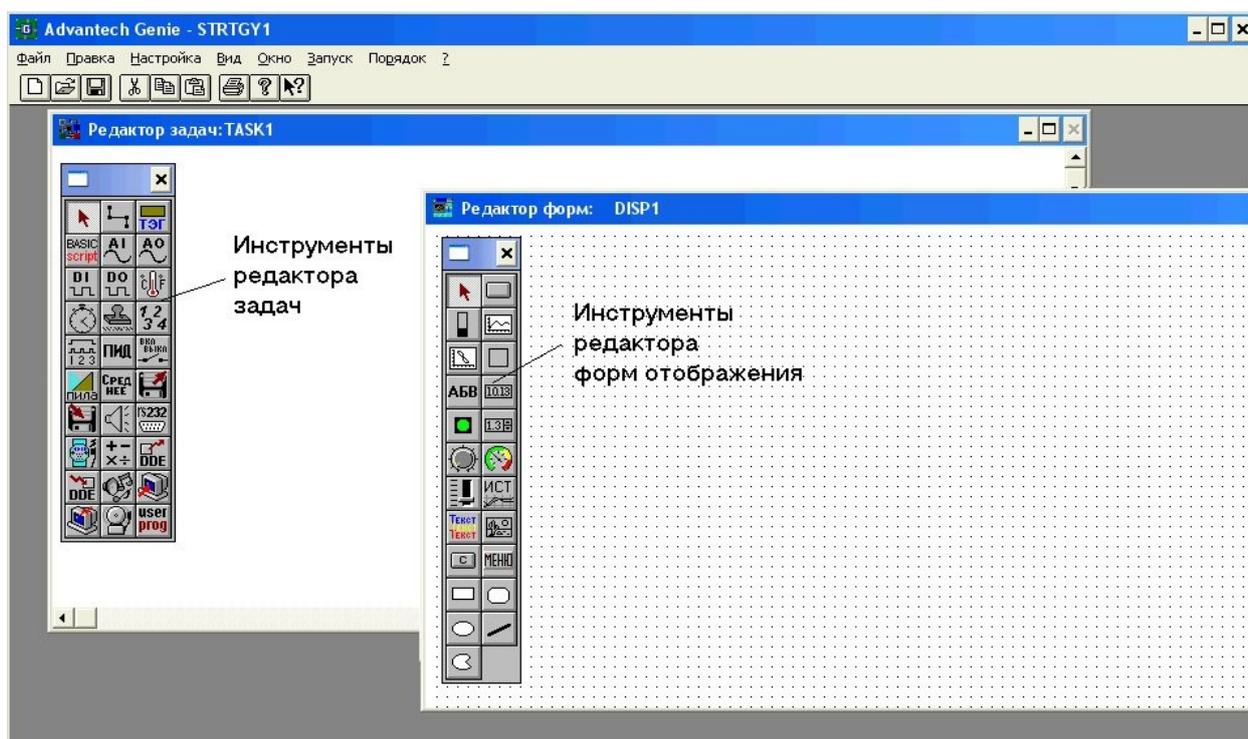


Рис. 33. Построитель стратегий GENIE

Задача представляет собой набор функциональных блоков, отображаемых в окне задачи в виде пиктограмм. Экранная форма представляет собой набор элементов отображения и элементов управления. Пиктограммы функциональных блоков и элементы отображения/управления являются стандартными «кирпичиками» для построения стратегии. Они очень похожи по внешнему виду, за исключением того, что элементы отображения служат для реализации графического интерфейса пользователя, в то время как пиктограммы блоков скрыты во время исполнения стратегии.

Соединения между функциональными блоками в процессе разработки стратегии могут устанавливаться посредством видимых и невидимых связей. Соединения между пиктограммами блоков являются видимыми в окне *Редактора задач*. Такое соединение называется проводником, поскольку по своему назначению оно аналогично проводам в электрических схемах. Соединения между пиктограммами блока и элементами отображения невидимы. Поэтому они называются связями.

Каждая задача и экранная форма имеют собственные параметры. Впервые созданная новая задача или новая экранная форма имеют заданные по умолчанию параметры, которые могут быть изменены пользователем в соответствии с требованиями алгоритма. Задача имеет такие параметры, как период сканирования (интервал времени между текущим и следующим вызовом задачи для исполнения), эффективный интервал исполнения (абсолютное время выполнения задачи), метод запуска и метод завершения. Экранная форма имеет такие параметры, как имя, стиль отображения окна, состояние и др.

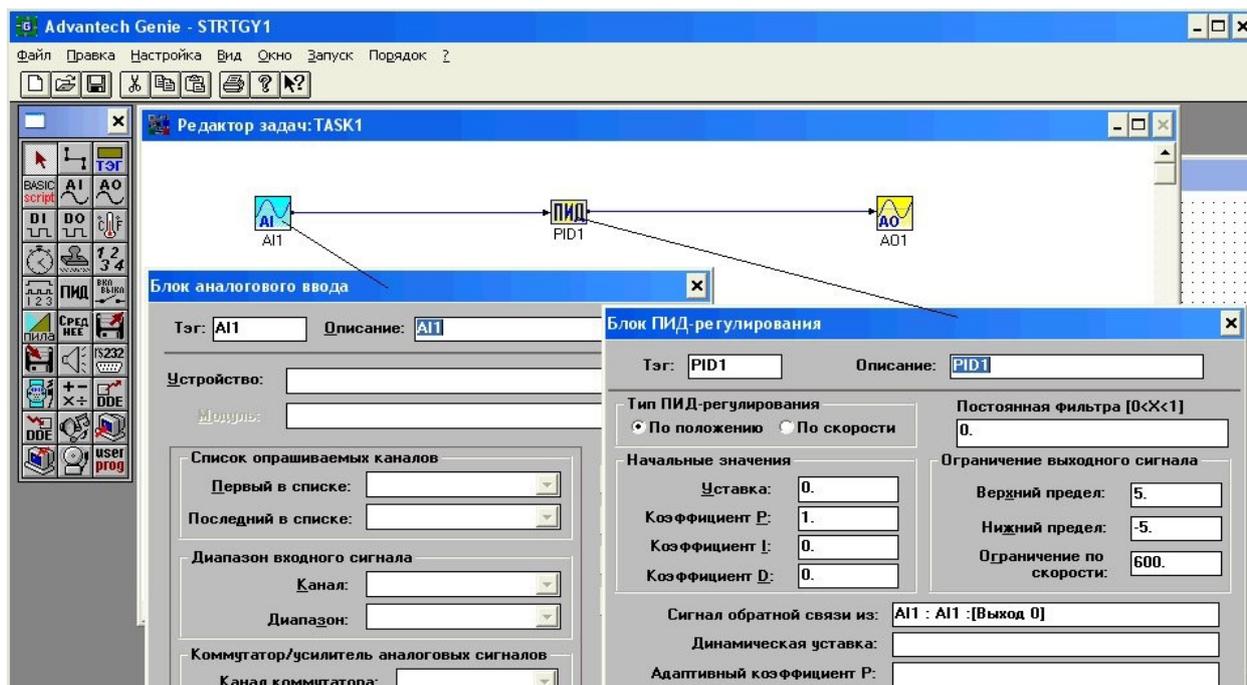


Рис. 34. Задача ПИД-регулятора

Пример решения задачи автоматического регулирования для некоторой величины показан на рис. 34. С использованием редактора задач построена стратегия регулирования, предусматривающая ввод сигнала обратной связи от соответствующего устройства ввода, воспринимающего измерительную информацию от датчика на объекте управления, расчёт управляющего воздействия с использованием закона ПИД-регулирования (реализация ПИД-регулятора) и вывод сигнала управления на устройство вывода, соединённое с исполнительным механизмом объекта.

Блок *AI* задаёт устройство ввода аналогового сигнала от датчика. При настройке блока ему ставится в соответствие конкретное устройство ввода-вывода из имеющихся в системе управления, а также указывается конкретный вход устройства в случае многоканального устройства ввода. Выбор устройства и задание его параметров осуществляются при вызове окна настройки блока, показанного на рис. 34.

Блок *ПИД* задаёт алгоритм ПИД-регулирования. Этот блок также настраивается. Можно задать коэффициенты усиления каналов регулятора, величину уставки и ряд других характеристик регулятора.

Для указания приемника сигнала управления от регулятора используется блок аналогового вывода *AO*, который связывается путём настройки с устройством вывода системы управления, соединённым с исполнительным механизмом объекта управления.

Для задания связи между блоками используются проводники, указываемые с использованием соответствующего инструмента редактора задач. Изображённая структурная схема позволяет описать для GENIE алгоритм управления. Этот алгоритм будет реализован в процессе автоматического управления за счёт программного обеспечения GENIE и дополнительного программирования управляющей ЭВМ не требуется.

Чтобы оператор АСУ ТП мог контролировать автоматическую работу системы и при необходимости мог вмешиваться в её работу, следует спроектировать интерфейс оператора. Эта задача решается с

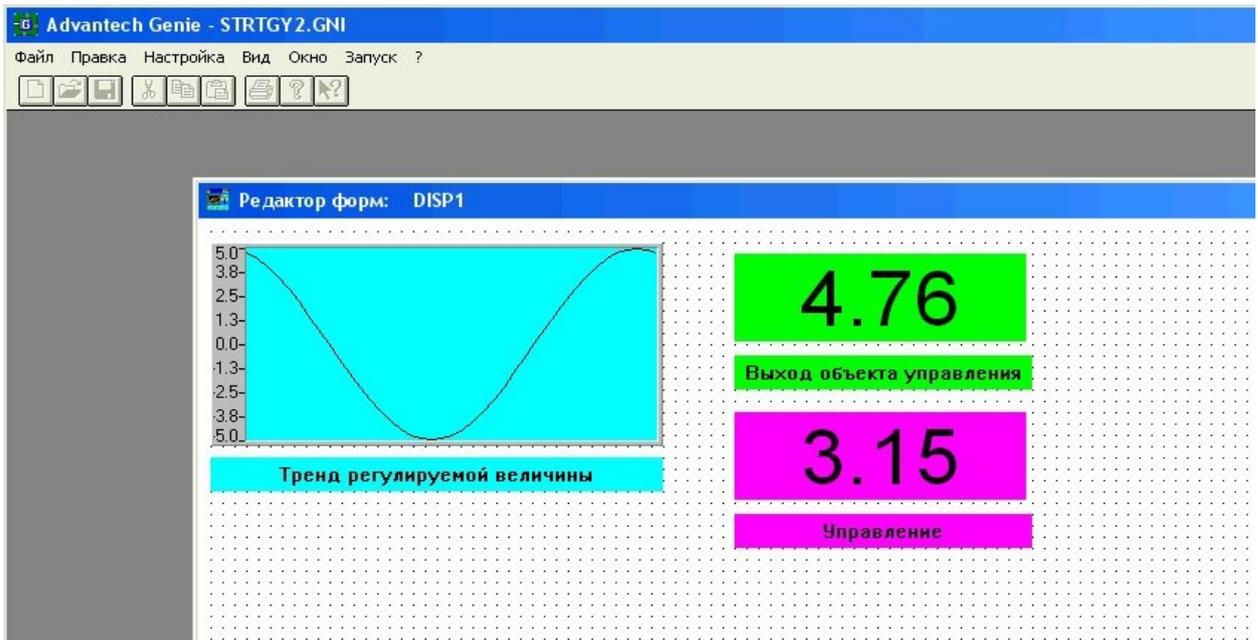


Рис. 35. Интерфейс оператора для задачи ПИД-регулирования

использованием редактора форм отображения. Форма отображения процесса управления включает различные средства для вывода информации о сигналах в системе (графики, цифровые индикаторы, светосигнальные и звуковые индикаторы и др.), а также средства, позволяющие оператору вводить сигналы управления (аналоговые и дискретные) и другую информацию.

На рис. 35 показан пример построения простейшего интерфейса для отображения состояния процесса ПИД-регулирования. Использован график для отображения характера изменения управляемой величины во времени и два цифровых индикатора. Первый цифровой индикатор выдаёт текущее значение управляемой величины, а второй – значение управляющего воздействия на выходе ПИД-регулятора.

Средства управления для оператора в рассматриваемом примере не предусмотрены. Однако инструменты *Редактора форм* отображения

позволяют создавать кнопки, движковые регуляторы и другие элементы для ввода как дискретных, так и аналоговых сигналов, что позволяет, например оператору включать и выключать исполнительные механизмы, изменять уставки и настройки и выполнять другие действия, необходимые при ручном управлении.

Остальные средства GENIE позволяют решать задачи архивирования информации о процессе, обработку аварийных ситуаций и печать отчетов заданной формы о технологическом процессе.

GENIE простая инструментальная SCADA, позволяющая создавать сравнительно простые системы управления с ограниченными возможностями. Другие инструментальные SCADA, например, такие как WinCC, In Touch, TRACE MODE, GENESIS32, GENIE, RSView 32, имеют существенно большие возможности и расширенный набор инструментов. Однако в целом эти системы решают те же задачи, что и GENIE, но более совершенными методами.